

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-071780

(43)Date of publication of application : 19.03.1996

(51)Int.Cl. B23K 26/02

(21)Application number : 06-234507

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 05.09.1994

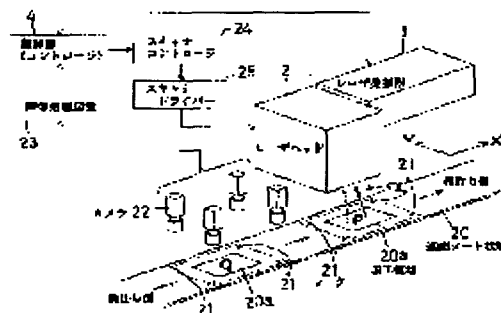
(72)Inventor : ARAYA SHINICHI
AKASAKA AKIRA

(54) LASER BEAM POSITIONING MACHINING METHOD AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To precisely match positions of a laser beam and an object to be machined with each other by detecting a deviated amount of the fixed or stopped object to be machined from a reference position, correcting the deviated amount by using a laser beam optical system and allowing the laser beam to scan.

CONSTITUTION: A picture recognizing mark 21 of a picture fetching stage Q is picked-up with an image pickup camera 22, the picture signal is inputted to an image processor 23 and the deviated amount of a continuous sheet like object 20 from the reference position is outputted to a controlling unit 4. The continuous sheet like object 20 is carried to a machining stage P so as not to cause the position deviation. The controlling unit 4 adds a scanning output signal after correction to a scanner controller 24, makes X-axial and Y-axial scanning signals and adds them to a scanner driver 25, turns and positions a laser mirror for the laser beam machining. Therefore, because the deviated amount of the continuous sheet like object 20 is corrected with the laser beam optical system while the object 20 is fixed as it is and the laser beam is allowed to scan, so the precise machining and the simplification of the device are realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.03.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-05736

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 15.04.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-71780

(43) 公開日 平成8年(1996)3月19日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 3 K 26/02

識別記号

A

C

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-234507

(22) 出願日 平成6年(1994)9月5日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 荒谷 真一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 赤坂 朗

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー
ディーケイ株式会社内

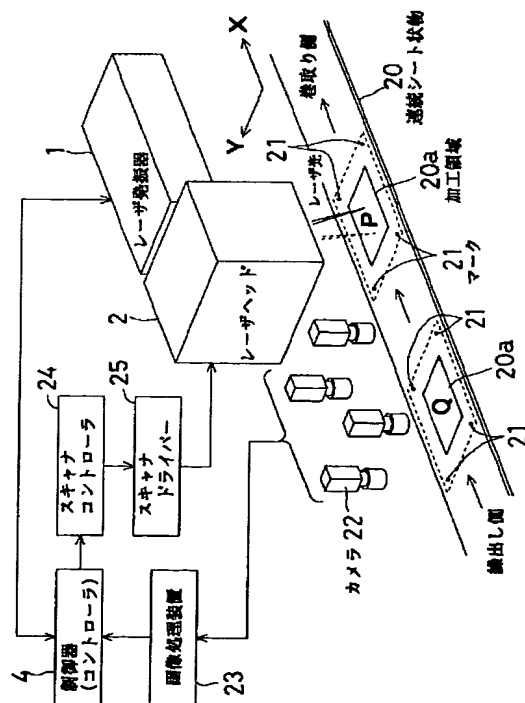
(74) 代理人 弁理士 村井 隆

(54) 【発明の名称】 レーザ位置決め加工方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 X YテーブルあるいはX Y θ テーブルを用いることなく被加工物上を走査するレーザ光と被加工物との位置合わせを高精度で実行可能とする。

【構成】 固定又は停止状態とした被加工物である連続シート状物20の特定パターンを撮像カメラ22で撮像して前記連続シート状物20の基準配置からのずれ量を検出し、X Yガルバノミラー系及びスキャンレンズからなるレーザ光学系を内蔵したレーザヘッド2でレーザ発振器1からのレーザ光を走査する場合に、前記ずれ量を補正して前記レーザ光を走査する構成である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定又は停止状態とした被加工物の特定パターンを撮像装置で撮像して前記被加工物の基準配置からのずれ量を検出し、XYガルバノミラー系及びスキャンレンズからなるレーザ光学系でレーザ発振器からのレーザ光を走査する場合に前記ずれ量を補正して前記レーザ光を走査することを特徴とするレーザ位置決め加工方法。

【請求項 2】 前記被加工物の特定パターンが少なくとも 2 個以上の画像認識マークであり、それらの画像認識マークを前記撮像装置で撮像することで、前記被加工物の前記基準配置に対する X 方向、Y 方向及び θ 方向の位置ずれ量を検出する請求項 1 記載のレーザ位置決め加工方法。

【請求項 3】 レーザ光を発生するレーザ発振器と、X 軸スキャナミラー、該 X 軸スキャナミラーを光学的に走査する X 軸オブティカルスキャナ、Y 軸スキャナミラー及び該 Y 軸スキャナミラーを光学的に走査する Y 軸オブティカルスキャナを有して前記レーザ光を走査する XYガルバノミラー系と、該 XYガルバノミラー系から出射したレーザ光を収束するスキャンレンズとを具備するレーザ光学系と、固定又は停止状態とした被加工物の特定パターンを撮像する撮像装置と、該撮像装置の画像信号から前記被加工物の基準配置からのずれ量を検出する画像処理装置と、前記 XYガルバノミラー系に前記ずれ量を補正した走査を行わせる制御手段とを備えたことを特徴とするレーザ位置決め加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、連続シート状物等の被加工物とこの上を走査するレーザ光との位置合わせを XY θ テーブルを用いることなく精密に実行可能なレーザ位置決め加工方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、レーザによるトリミングや穴明け加工を高精度位置決めで行う場合、多くは画像認識装置を付加し（例えばレーザ照射軸と同軸に設置し）、被加工物を画像処理結果に基づいて XY テーブル（あるいは XY θ テーブル）により位置決め補正していた。例えば、特開昭 57-206005 号のレーザトリミング方法及びその装置は、レーザ光と同軸に撮像カメラを配置し、得られた画像の処理演算結果に基づいて、XY テーブルで被加工物を動かすことによりトリミングすべき被加工物の位置決め補正を行う構成を開示している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来の方式では、位置決め補正を行うために XY テーブル（あるいは XY θ テーブル）が必要で、コスト高とな

り、レーザ照射軸と同軸設置のカメラの場合は、視野が限られるため、被加工物を視野に入れるように動かす必要が生じ、連続シート状物等の被加工物のレーザ加工には不適であった。

【0004】 本発明は、上記の点に鑑み、XY テーブルあるいは XY θ テーブルを用いることなく被加工物上を走査するレーザ光と被加工物との位置合わせを高精度で実行可能なレーザ位置決め加工方法及び装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明のレーザ位置決め加工方法は、固定又は停止状態とした被加工物の特定パターンを撮像装置で撮像して前記被加工物の基準位置からのずれ量を検出し、XYガルバノミラー系及びスキャンレンズからなるレーザ光学系でレーザ発振器からのレーザ光を走査する場合に前記ずれ量を補正して前記レーザ光を走査することを特徴とするものである。

【0006】 上記方法において、前記被加工物の特定パターンを少なくとも 2 個以上の画像認識マークとし、それらの画像認識マークを前記撮像装置で撮像することで、前記被加工物の X 方向、Y 方向及び θ 方向の位置ずれ量を検出する構成としてもよい。

【0007】 本発明のレーザ位置決め加工装置は、レーザ光を発生するレーザ発振器と、X 軸スキャナミラー、該 X 軸スキャナミラーを光学的に走査する X 軸オブティカルスキャナ、Y 軸スキャナミラー及び該 Y 軸スキャナミラーを光学的に走査する Y 軸オブティカルスキャナを有して前記レーザ光を走査する XYガルバノミラー系と、該 XYガルバノミラー系から出射したレーザ光を収束するスキャンレンズとを具備するレーザ光学系と、固定又は停止状態とした被加工物の特定パターンを撮像する撮像装置と、該撮像装置の画像信号から前記被加工物の基準配置からのずれ量を検出する画像処理装置と、前記 XYガルバノミラー系に前記ずれ量を補正した走査を行わせる制御手段とを備えた構成としている。

【0008】

【作用】 本発明のレーザ位置決め加工方法及び装置においては、高精度な XYガルバノミラー系及び高精度スキャンレンズ（f θ レンズ）からなるレーザ光学系を用い、表面に特定パターンを有する固定又は停止状態とした被加工物に対し、撮像装置により前記特定パターンの位置を検出することで、前記被加工物の基準配置からのずれ量を検出し、レーザ光学系（XYガルバノミラー系）の動作によりレーザ光を前記ずれ量を相殺するように位置補正して加工を施す。つまり、レーザ光の被加工物上の照射位置を前記ずれ量を補正した位置として加工を施す。

【0009】 従って、本発明では、被加工物を XY θ テーブルで動かして位置決めするのではなく、被加工物は

3

固定又は停止状態のまま、レーザ光を振って被加工物とレーザ光との位置合わせを行う。このため、XY θ テーブルは不要となり、XY θ テーブルに比較して高速な位置決め動作が可能であり、大幅なコストダウンが可能となる。XY θ テーブルを用いる従来方式では不可能であった、シート等の連続物の高精度位置決めレーザ加工も可能である。

【0010】

【実施例】以下、本発明に係るレーザ位置決め加工方法及び装置の実施例を図面に従って説明する。

【0011】図1は本発明に係るレーザ位置決め加工方法及び装置の実施例の全体構成、図2はレーザ発振器及びレーザヘッド（レーザ光学系）、図3はレーザヘッド内部の基本構成、図4はXYガルバノミラー系を走査（スキャン）する構成部分をそれぞれ示している。

【0012】これらの図において、1はレーザ光を発生するレーザ発振器、2はレーザヘッド（レーザ光学系）であってレーザ発振器1からのレーザ光を受けてこれを走査するものである。レーザ発振器1には、図2の如くレーザ電源3から電力が供給されるようになっており、このレーザ発振器1は制御器（コントローラ）4でそのオン、オフ等の制御が行われる。

【0013】レーザ光を走査するためのレーザヘッド2は、その内部構成を示す図3のように、レーザ発振器1からのレーザ光を受けて反射し、その光軸を調整するための光軸調整ミラーM1、M2と、ミラーM2から出たレーザ光のビームを広げた平行光とするビームエキスパンダ10と、ビームエキスパンダ10からのレーザ光は全反射するが他の波長の可視光は透過させる45°反射固定ミラーM3と、ミラーM3で反射されたレーザ光を反射するX軸スキャナミラーM4と、該X軸スキャナミラーM4を回転させてレーザ光をX方向に走査するX軸オプティカルスキャナ11と、X軸スキャナミラーM4で反射されたレーザ光をさらに反射するY軸スキャナミラーM5と、該Y軸スキャナミラーM5を回転させてレーザ光をY方向（X方向に直交）に走査するY軸オプティカルスキャナ12と、Y軸スキャナミラーM5を出射したレーザ光を収束させるための高精度スキャンレンズとしてのf θ レンズ13と、f θ レンズ13を通過して収束されたレーザ光を被加工物上の加工面に向けて全反射するとともにそれ以外の可視光は透過させるダイクロイックミラーM6と、前記加工面の画像をモニタ光学系に送るためのモニタミラーM7とをレーザヘッド筐体内部に有している。

【0014】被加工物の加工面にレーザ光を照射するためのレーザヘッド筐体の開口は、シールドガラス14で閉塞されており、このシールドガラス14でレーザヘッド筐体内部を保護している。

【0015】前記高精度XYガルバノミラー系は、X軸スキャナミラーM4と、X軸オプティカルスキャナ11

4

と、Y軸スキャナミラーM5と、Y軸オプティカルスキャナ12とからなっている。X軸及びY軸オプティカルスキャナ11、12は例えばパルスモータを内蔵しており、X軸オプティカルスキャナ11はX軸スキャナミラーM4を取り付けたY方向に平行な回転軸を高精度で回転駆動するものであり、Y軸オプティカルスキャナ12は、Y軸スキャナミラーM5を取り付けたX方向に平行な回転軸を高精度で回転駆動するものである。

【0016】図3のレーザヘッド2では、レーザ発振器1から入射したレーザ光は光軸調整ミラーM1、M2で光軸調整された後、ビームエキスパンダ10でビームが広がった平行光とされ、さらに45°反射固定ミラーM3で反射されてXYガルバノミラー系のX軸スキャナミラーM4に入射する。この入射光はXYガルバノミラー系のX軸スキャナミラーM4で反射され、さらにY軸スキャナミラーM5で反射される。Y軸スキャナミラーM5から出たレーザ光は、f θ レンズ13で収束され、さらにダイクロイックミラーM6で反射され、シールドガラス14を透過して被加工物の加工面に照射される。そして、X軸オプティカルスキャナ11でX軸スキャナミラーM4を回転させることでレーザ光のX方向の走査を行うことができ、Y軸オプティカルスキャナ12でY軸スキャナミラーM5を回転させることでY方向の走査を行うことができる。

【0017】図1に示すように、被加工物としての連続シート状物（例えば、未焼成のセラミックシートである連続グリーンシート）20はその上面にレーザ加工すべき加工領域20aを等間隔で有し、1つの加工領域20aを囲むように例えば4箇所に画像認識マーク21を有している。そして、連続シート状物20は図示しない間欠搬送機構で加工領域20aの配列間隔だけ1ピッチ搬送されたら停止する動作を繰り返し行うようになっている。この1ピッチの搬送は、シリンダや送りモータ等で位置ずれが生じないように高精度で行うようにする。なお、ここでは連続シート状物20がXY平面上に配置されており、連続シート状物20の搬送方向がレーザヘッド2から照射されるレーザ光のX軸走査方向、すなわちX方向に一致し、Y軸走査方向は搬送方向に直交しているものとする。また、前記4箇所の画像認識マーク21は、X方向に平行な2辺とY方向に平行な2辺を持つ長方形の各頂点にあるものとする。

【0018】図1中、レーザヘッド2の下方に位置しているレーザ加工を行う加工ステージPよりも1ピッチ前の画像取り込みステージQにおける4個の画像認識マーク21をそれぞれ撮像するために、撮像装置としての4個の撮像カメラ（CCDカメラ等）22が固定配置されている。これらの撮像カメラ22の撮像信号（ビデオ信号）は、画像処理装置23に入力される。この画像処理装置23は各カメラからの画像信号より各画像認識マーク21の位置を検出し、4個の画像認識マーク21の重

心位置から連続シート状物 20 の基準配置からのずれ量 (X 方向についてのずれ量: ΔX 、Y 方向についてのずれ量: ΔY 、回転方向である θ 方向のずれ量: $\Delta \theta$) を検出するものである。

【0019】前記 XY ガルバノミラー系を制御するための制御手段として、制御器 4 に加えてスキャナコントローラ (ビームポジショナ・コントロールユニット) 24 及びスキャナドライバ 25 が設けられており、前記制御器 4 は前記画像処理装置 23 の出力信号 (ΔX , ΔY , $\Delta \theta$) を受けて X 方向、Y 方向及び θ 方向の補正後の走査用出力信号を前記スキャナコントローラ 24 に加えるようにしている。図 4 に示すように、スキャナドライバ 25 は、X 軸スキャナドライバ 25 a と Y 軸スキャナドライバ 25 b とからなっており、それぞれ X 軸オプティカルスキャナ 11、Y 軸オプティカルスキャナ 12 に回転動作を行わせるための出力パルス信号を、前記スキャナコントローラ 24 の X 軸走査信号及び Y 軸走査信号に従って作成して印加するものである。なお、スキャナコントローラ 24 では θ 方向の補正量を、レーザ光の走査位置を考慮して X 方向及び Y 方向の補正量に変換して前記 X 軸及び Y 軸走査信号を作成し、X 軸スキャナドライバ 25 a 及び Y 軸スキャナドライバ 25 b に加えるようにする。

【0020】なお、図 4 に示すように、撮像カメラ 22 による連続シート状物 20 表面の画像取り込みのために、照明手段としての照明ランプ 26 が複数個設けられ、撮像カメラ 22 による画像取り込み時に連続シート状物 20 の表面を照明するようになっている。

【0021】次に、この実施例の全体的な動作説明を行う。

【0022】今、被加工物としての連続シート状物 20 が停止状態となっているものとする、図 1 のレーザ加工を行う加工ステージ P よりも 1 ピッチ前の画像取り込みステージ Q の 4 個の画像認識マーク 21 を 4 個の撮像カメラ 22 で撮像し、撮像結果である画像信号を画像処理装置 23 に入力し、画像処理装置 23 では 4 個の画像認識マーク 21 の位置から画像取り込みステージ Q での連続シート状物 20 の基準配置からのずれ量 (すなわちステージ Q にある加工領域 20 a の基準配置からのずれ量) を制御器 4 に出力する。

【0023】ステージ Q での画像取り込みが終了したら、図示しない間欠搬送機構で連続シート状物 20 を位置ずれを生じないように正確に 1 ピッチだけ搬送して画像取り込みステージ Q から加工ステージ P に送る。ステージ P の連続シート状物 20 上の加工領域 20 a に対しレーザ光を走査してレーザ加工を開始する場合、制御器 4 は前記画像処理装置 23 の出力信号 (ΔX , ΔY , $\Delta \theta$) を受けて X 方向、Y 方向及び θ 方向の補正後の走査用出力信号を前記スキャナコントローラ 24 に加える。スキャナコントローラ 24 では、 θ 方向のずれ量 $\Delta \theta$ に

対応した補正量を、レーザ光の走査位置を考慮して X 方向及び Y 方向の補正量に変換して X 軸走査信号 (レーザ光の走査位置の X 座標を示す信号) 及び Y 軸走査信号

(レーザ光の走査位置の Y 座標を示す信号) を作成して X 軸スキャナドライバ 25 a 及び Y 軸スキャナドライバ 25 b に加えて X 軸オプティカルスキャナ 11 及び Y 軸オプティカルスキャナ 12 を介して X 軸スキャナミラー M4 及び Y 軸スキャナミラー M5 を回転させ、連続シート状物 20 の基準配置からのずれ量を相殺するように本来のレーザ光の走査位置を補正した位置にレーザ光を位置決めして走査する。そして、加工領域 20 a に対して所定の加工パターンを作成する。

【0024】この実施例によれば、以下の効果を得ることができる。

【0025】(1) 被加工物を固定のまま、レーザ光をレーザヘッド 2 内の XY ガルバノミラー系を振って (走査して) 位置決め補正とレーザ加工とが可能である。従って、従来は困難であった連続シート状物 20 の高精度加工 (トリミング、穴明け等) が可能である。

【0026】(2) レーザ光を走査する XY ガルバノミラー系で連続シート状物 20 の基準配置からのずれ量を補正してレーザ光と連続シート状物 20 との位置合わせのための位置決め補正と、レーザ光による加工とを行うため、被加工物を動かす XY θ テーブルが不要であり、低コスト化が可能である。

【0027】(3) XY ガルバノミラー系や $f \theta$ レンズ 13 の口径を適切に選択することで、120 mm \times 120 mm の範囲を一括で高速、高精度に穴明け、トリミング、マーキング等のレーザ加工が可能である。

【0028】図 5 は本発明の他の実施例であって、画像取り込みステージ Q に撮像カメラを配置する代わりに、撮像カメラ (CCD カメラ) 30 をレーザ照射軸と一致するように配置している。すなわち、レーザ光学系は図 3 の構成と同じであるが、その 45° 反射固定ミラー M3 を透過した可視光 (ダイクロイックミラー M6、 $f \theta$ レンズ 13、Y 軸スキャナミラー M5、X 軸スキャナミラー M4 を通過した加工面の画像) を望遠レンズ 31、反射ミラー M8、凸レンズ 32、反射ミラー M9、凸レンズ 33 を介して前記撮像カメラ 30 に入射させてい

る。撮像カメラ 30 の画像信号は図 4 の画像処理装置 23 及びモニタテレビに出力される。この画像処理装置 23 の後段の構成は前述の実施例と同様である。また、画像取り込みステージ Q を加工ステージ P の前段に設ける必要はなく、加工ステージ P にある加工領域 20 a に対応した画像認識マーク 21 を撮像することができる。すなわち、XY ガルバノミラー系の X 軸スキャナミラー M4 及び Y 軸スキャナミラー M5 の位置に同期してカメラ視点を変えることが可能になり、X 軸スキャナミラー M4 及び Y 軸スキャナミラー M5 を振って画像認識マーク 21 を取り込み、連続シート状物 20 の位置ずれを画像

7

処理演算し、前述の実施例と同様にX軸スキャナミラーM4及びY軸スキャナミラーM5で位置ずれを補正しながらレーザ光を照射して所定の加工を行うことができる。

【0029】レーザ照射軸と一致した撮像カメラ30を用いた図5の構成の場合、加工ステージPにおいて連続シート状物20の画像認識マーク21を認識することが可能であり、加工ステージPの前段に画像取り込みステージQを設ける必要がない利点がある。

【0030】図6はレーザ光をX方向及びY方向に走査した場合の理想とする方形加工軌跡である。しかしながら、図3のレーザ光学系のf θ レンズ13は光学歪を有しており、実際の加工軌跡は図7のように理想とする方形軌跡の外側に膨れたものとなる。この対策として、図8のように、指定されたレーザ光の走査位置のX座標及びY座標のデジタル値をアナログ値に変換するD/Aコンバータ40と、アナログ値を所定の大きさにまで増幅するアンプ部41とを有するスキャナコントローラ24内に、レーザ光の走査位置のX座標及びY座標の値を受ける補正演算回路42を追加し、座標位置による2次曲線の補正演算を実行することで得られたオフセット入力を、スキャナドライバ25の入力段に加えてアンプ部41のスキャナドライバ25への出力を補正することによって、加工軌跡を図6の理想とする加工軌跡に近づけている。なお、スキャナドライバ25の後段の構成は図4と同様である。

【0031】図8のように、レーザ光走査の座標位置による2次曲線の補正演算を補正演算回路42で演算してXYガルバノミラー系を駆動するスキャナドライバ25の入力段にオフセット入力することで、高精度XYガルバノミラー系及び高精度f θ レンズを用いたレーザ光学系のレーザ光位置決め精度を $\pm 20 \mu m$ 以下となるように設定できる。

【0032】なお、上記実施例では画像認識マーク21を連続シート状物20の加工領域20aに対し4個設けたが、少なくとも2個の画像認識マーク21があれば、対応する加工領域20aの基準配置からの位置ずれ量を算出することができる。例えば、2点の中間点の位置からX方向及びY方向の位置ずれ量を検出でき、2点を結ぶ直線の傾きから θ 方向の位置ずれ量を検出できる。

【0033】以上本発明の実施例について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のレーザ位置決め加工方法及び装置によれば、被加工物を停止或いは固定のまま、XYガルバノミラー系でレーザ光を振って被加工物とレーザ光との位置合わせのための位置決め補正とレーザ加工とが可能であるため、従来困難であつ

8

た、シート等の連続物の高精度加工（トリミング、穴明け等）が可能である。また、レーザ光の走査で位置決め補正及びレーザ加工を行うため、被加工物を動かすXY θ テーブルは不要であり、機械的構成の簡素化、原価低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレーザ位置決め加工方法及び装置の実施例の全体構成を示す構成図である。

【図2】実施例におけるレーザ発振器及びレーザヘッド部分を示す構成図である。

【図3】レーザヘッド内部のレーザ光学系を示す斜視図である。

【図4】XYガルバノミラー系及びその制御のための構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の他の実施例のレーザ照射軸と一致した撮像カメラを用いる構成を示す構成図である。

【図6】レーザ光をX方向及びY方向に走査したときの理想とする加工軌跡を示す説明図である。

【図7】レーザ光をX方向及びY方向に走査したときの実際の（f θ レンズの光学歪を補正しないときの）加工軌跡を示す説明図である。

【図8】f θ レンズの光学歪を除去するための回路構成を示すブロック図である。

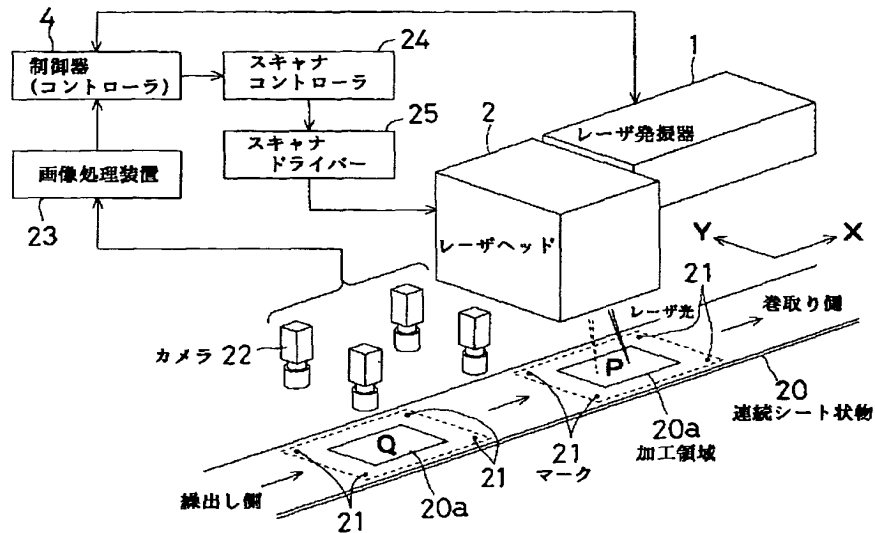
【符号の説明】

- 1 レーザ発振器
- 2 レーザヘッド
- 3 レーザ電源
- 4 制御器
- 10 ビームエキスパンダ
- 11 X軸オプティカルスキャナ
- 12 Y軸オプティカルスキャナ
- 13 f θ レンズ
- 14 シールドガラス
- 20 連続シート状物
- 20a 加工領域
- 21 画像認識マーク
- 22 撮像カメラ
- 23 画像処理装置
- 24 スキャナコントローラ
- 25 スキャナドライバ
- 25a X軸スキャナドライバ
- 25b Y軸スキャナドライバ
- 26 照明ランプ
- 30 撮像カメラ
- 40 D/Aコンバータ
- 41 アンプ部
- 42 補正演算回路
- P 加工ステージ
- Q 画像取り込みステージ
- 50 M1, M2 光軸調整ミラー

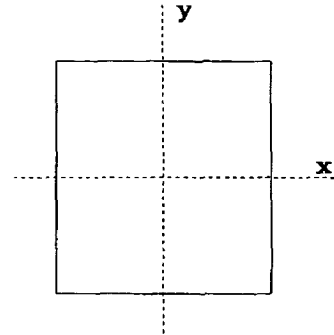
M3 反射固定ミラー
M4 X軸スキャナミラー
M5 Y軸スキャナミラー

M6 ダイクロイックミラー
M7 モニタミラー

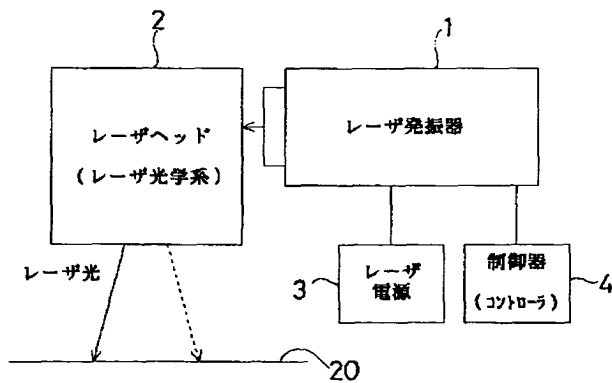
【図1】



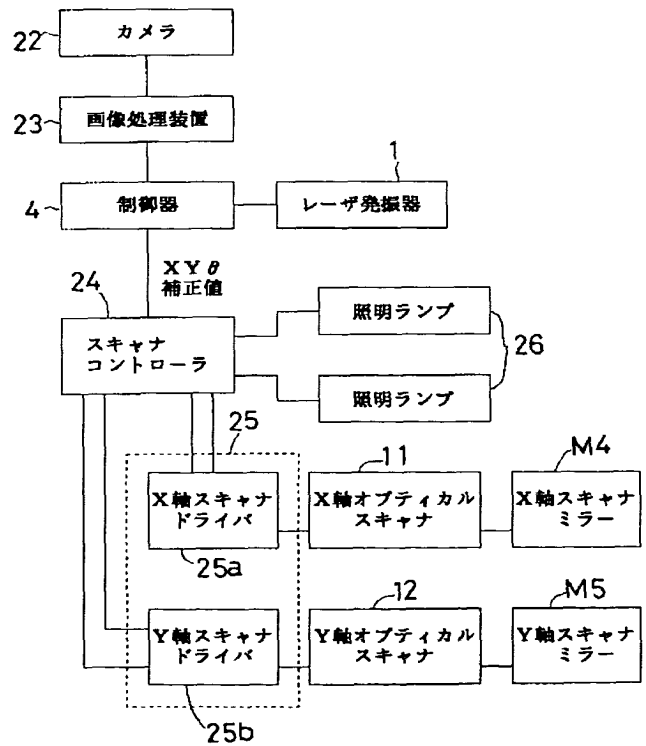
【図6】



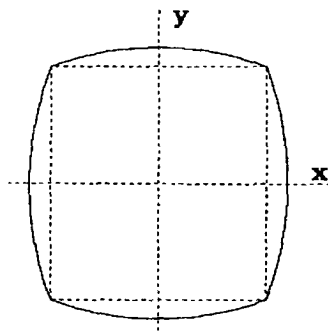
【図2】



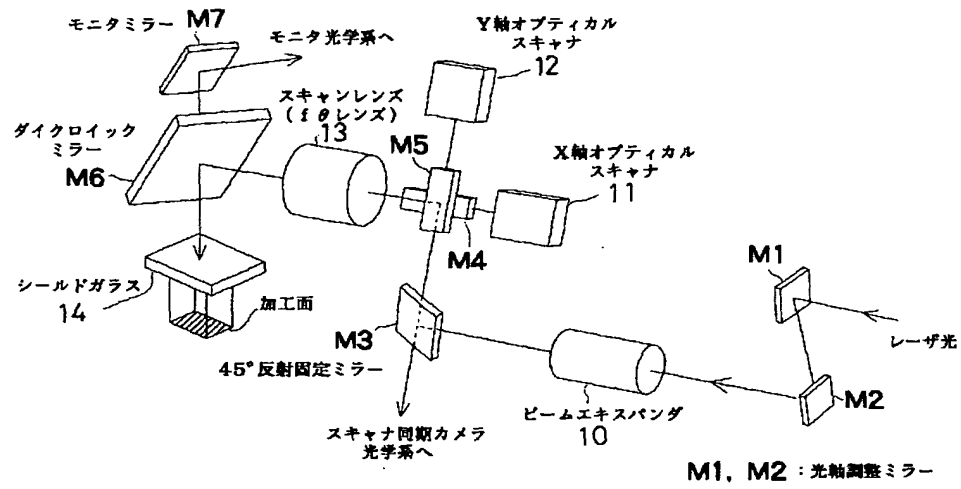
【図4】



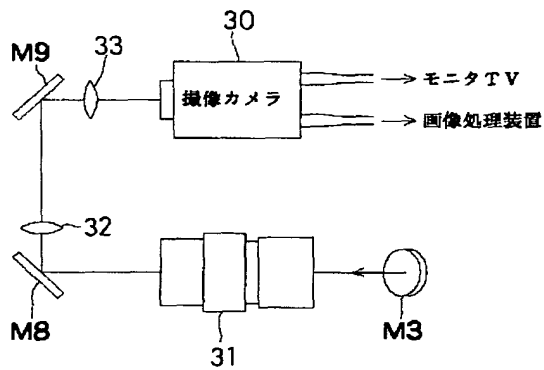
【図7】



【図3】



【図5】



【図8】

